

Miira Karhu

Lean-menetelmien käyttö tuotannon tehostamiseksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinöörityö

20.10.2017

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Miir Karhu Lean menetelmien käyttö tuotannon tehostamiseksi 29 sivua 20.10.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tuotantotalouden koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Tilaus-toimitusketjun hallinta
Ohjaajat	Operaatiopäällikkö Ismo Parkkinen Osaamisaluepäällikkö Juha Haimala
<p>Insinööriyön tavoitteena oli tutkia lean-toiminnan mahdollisuuksia Certex Finland Oy:n tuotanto-osastolla ja luoda toimintaehdotus tuotannon prosessien kehittämiseksi. Työn taustana oli, että tuotannon läpimenoaikoja ei tunnettu, mikä aiheutti ongelmia myynti- ja tarjousprosesseissa sekä varastojen optimoinnissa, jotka vaikuttavat toimitusvarmuuteen ja sitä kautta asiakastyytyväisyyteen ja myyntiin. Työn liiketoiminnallisena haasteena olikin tuotannon läpimenoaikojen ja resurssienkäytön johdonmukaistaminen asiakastyytyväisyyden parantamiseksi ja myynnin lisäämiseksi.</p> <p>Tutkimus aloitettiin kehityskohteiden tunnistamisella ja prosessien avainhenkilöiden haastatteluilla. Tämän jälkeen määriteltiin työntavoitteet ja raja- ja suojat sekä aloitettiin prosessien nykytila-analyysi, jossa mitattiin prosessien läpimenoajat ja tehtiin tuotteiden arvovirtakuvaus.</p> <p>Nykytila-analyysin jälkeen tutkittiin lean-toimintamallien käyttöä muissa yrityksissä verkko-dokumenttien ja painetun kirjallisuuden avulla ja luotiin tietoperusta parhaista käytännöistä. Tietoperustasta muodostetun viitekehyksen ja nykytila-analyysissä tunnistettujen kehityskohteiden pohjalta laadittiin kehitysehdotus tuotannon tehostamiseksi.</p> <p>Prosessien kehityksen ja jatkuvan parantamisen havaittiin vaativat ongelman ratkaisukykyä sekä tuotannonlakien tuntemista. Nämä seikat huomioon ottaen kehitysehdotukseksi muodostui tiekartta parannus- ja valmennuskäytön käyttöönottamiseksi tuotannossa.</p> <p>Kehitysehdotuksen toteutuessa yrityksellä olisi työkalu jatkuvan parantamisen ylläpitämiseen ja rutiini mitata nykyistä toimintaa, joka mahdollistaisi aidontiedon saannin prosessien suorituskyvystä sekä kehitystoimenpiteiden kohdistamisen toimitusvarmuutta ja asiakastyytyväisyyttä edistäviin toimiin.</p> <p>Työn nykytila-analyysi on salattu toimeksiantajan pyynnöstä, joten työstä julkistetaan johdanto, teoriaosuus, kehitysehdotus ja yhteenveto.</p>	
Avainsanat	lean, tuotantoprosessit, arvovirtakuvaus, jatkuva parantaminen

Author Title	Miir Karhu Lean principles for production improvement
Number of Pages Date	29 pages 20 October 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Specialisation option	Supply Chain Management
Instructors	Ismo Parkkinen, Operations Manager Juha Haimala, Head of Industrial Engineering and Management
<p>The objective of this study was to search for opportunities in order to utilize lean principles in the production unit of the Certex Finland Ltd and compose a proposal to improve their production processes. The background of the study was that the production lead-times were unknown and caused trouble in the sale and bidding processes as well as in inventory optimization. It has an effect on the reliability of delivery and therefore causes reduced customer satisfaction and sales. The business challenge of the study was rationalisation of the production lead-time and utilization of resources for increased customer satisfaction and sales.</p> <p>The study was initiated by indicating the development targets and interviewing the key persons of the processes. After that the objectives of this study were identified and the scope of the study was framed. Also, the current state analysis was initialised, the process lead-times were measured and the product value stream maps were mapped.</p> <p>After the current state analysis, the theory part was composed by searching for the usage of lean principles in other manufacturing companies. The theory also contains best practices for lean gathered from literature. Based on the theory and the development targets found in the current state analysis the improvement proposal was created.</p> <p>The development of the processes and continuous improvements were found to require problem solving skills and knowledge of the laws of the factory physics. Based on these principles the roadmap for development and coaching kata implementation was presented.</p> <p>Actualisation of this proposal would give a tool to maintain continuous improvement and give a routine to measure processes. Measurements would enable valid and reliable data from the processes, which would help to focus development resources to increase delivery reliability and customer satisfaction.</p> <p>The current state analysis of this work is hidden from public, so only introduction, theory parts, improvement proposal and conclusions are released for public review.</p>	
Keywords	Lean, production processes, value stream mapping, continuous improvement

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lean	3
3	Asiakkaan kokema arvo	5
4	Täydellisyyden periaate	7
4.1	Hukka	8
4.2	Jatkuva kehittäminen	10
5	Parannuskata	11
5.1	Tuotannon visio	12
5.2	Tavoitetila	13
5.3	PDSA/PDCA-sykli	16
5.4	Valmennuskata	18
5.5	Parannus- ja valmennuskataprozessi	18
6	Kehitysehdotus	19
7	Yhteenveto	28
	Lähteet	30

1 Johdanto

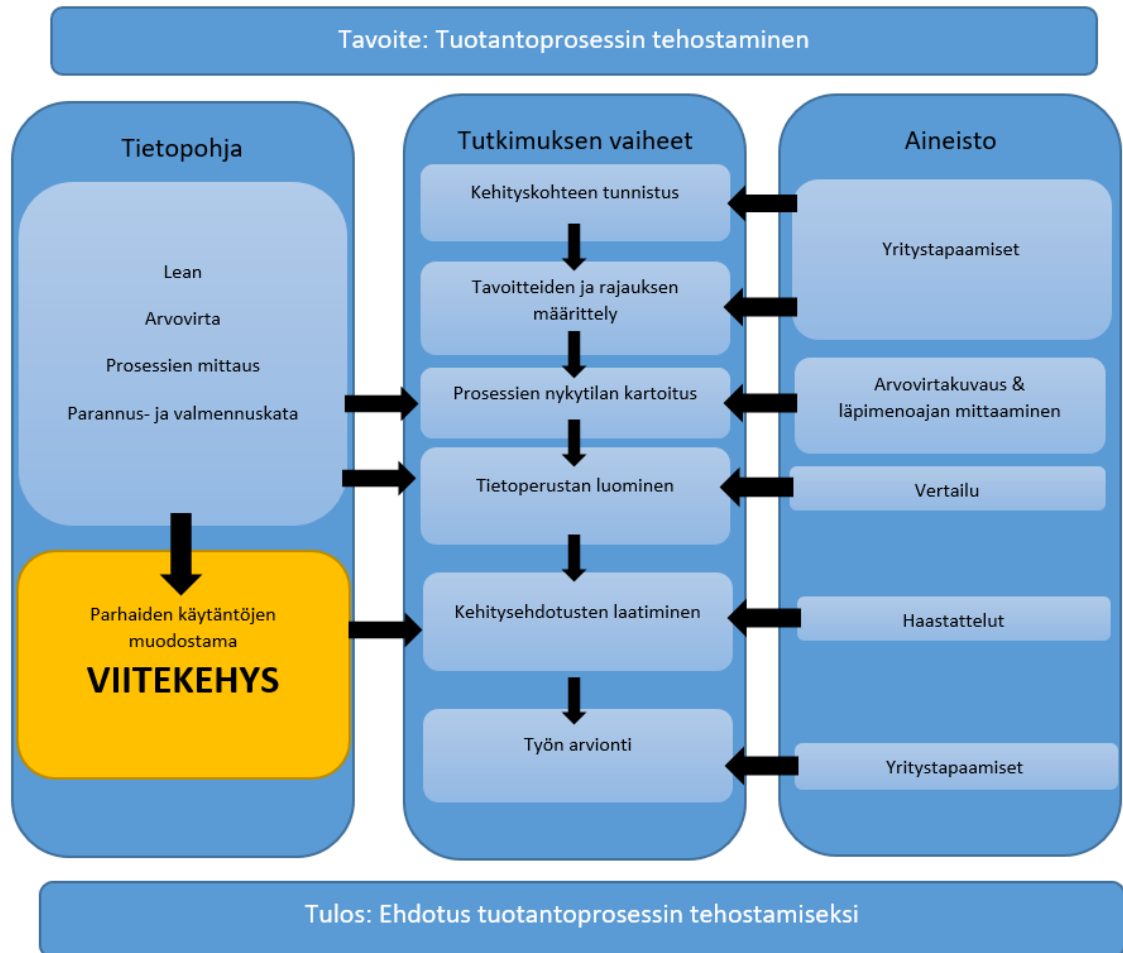
Ketterät ja uutta liiketoimintaa luovat yritykset, menestyvät ja korostuvat muiden kilpailevien yritysten joukosta. Rohkeat yritykset myös etsivät toimintansa kehitystä haittaavat ongelmat ja ratkaisevat ne pitkälle kehitetyillä ongelmanratkaisukyvyillään ja taidoillaan. Keskeinen osa lean-filosofiaa on järjestelmällinen henkilöstön ongelmanratkaisukyvyn kehittäminen ja parantaminen. Sillä pyritään katsomaan yrityksen toimintaa avoimesti ja perusteellisesti, löytäen keskeiset kehityskohteet ja kulkemalla kohti tavoitetiloja. Lean työtä tehdään, jotta yrityksistä tulisi kansainvälisesti kilpailukykyisiä ja liiketoiminnallisesti kannattavia. (Suomalaisen lean-ajattelun sanansaattaja 2017.)

Opinnäytetyö tehdään Suomessa teräsköysiä ja nostoapuvälineitä myyvän ja valmistavan Certex Finland Oy:n tuotanto-osastolle, jolla on kiinnostus ottaa käyttöön lean-menetelmiä tuotannon ja varastotoiminnan kehittämiseksi. Työn taustana on se, että nykyisiä tuotannon läpimenoaikoja ei tunneta, mikä aiheuttaa ongelmia myynti- ja tarjousprosesseissa sekä varastojen optimoinnissa. Näillä seikoilla on vaikutusta toimitusvarmuuteen ja sitä kautta asiakastyytyväisyyteen ja myyntiin. Työn liiketoiminnallisena haasteena onkin Certexin tuotannon läpimeno-aikojen ja resurssienkäytön johdonmukaistaminen asiakastyytyväisyyden parantamiseksi ja myynnin lisäämiseksi.

Työn tavoitteena on tehdä toimintaehdotus Certex Oy:n tuotannonprosessin tehostamiseksi. Työn tutkimussuunnitelma on esitetty kuvassa 1. Tutkimus aloitetaan kehityskohteiden tunnistamisella ja yritystapaamisissa prosessien avainhenkilöiden haastatteluilla. Tämän jälkeen työn tavoitteet ja rajaukset määritellään kohdeyrityksen kanssa, jonka jälkeen tehdään prosessien nykytilan kartoitus. Kartoituksessa mitataan prosessien läpimenoajat ja kuvataan tuote ryhmien arvovirtakuvaukset. Aineisto kerätään kuvaamalla prosessit ja mittaamalla sekuntikellolla prosessien läpimenoajat. Tietoa kerätään myös haastatteluiden avulla prosessien kuvauksen yhteydessä.

Nykytila-analyysin jälkeen aloitetaan tietoperustan luominen kirjallisuudesta ja verkosta löytyvien parhaiden käytäntöjen avulla ratkaisuvaihtoehtojen löytämiseksi nykytila-analyysissä tunnistettuihin kehityskohtiin. Tietopohjaksi työhön käytetään teoriaa leaniin, arvovirtaan, prosessien mittaukseen sekä parannus- ja valmennuskataan liittyen. Tietopohja muodostaa parhaiden käytäntöjen viitekehyksen.

Nykytila-analyysin pohjalta prosesseja vertaillaan viitekehystä löytyviin esimerkkeihin yhteensopivimpien käytäntöjen löytämiseksi. Vertailun pohjalta laaditaan kehitysehdotus tuotantoprosessin tehostamiseksi. Työ päättyy yrityksen kontaktihenkilön suorittamaan arviointiin työstä.



Kuva 1. Tutkimussuunnitelma.

Historia ja perustiedot

Certex Finland Oy on Suomessa toimiva teräsköysien ja nostoapuvälineiden myyjä ja valmistaja. Certex FINLAND Oy on osa Euroopassa toimivaa Certex groupia, jolta löytyy toimintoja 12:sta eri maasta. (Yritystiedot 2017.)

Certexin suomen historia alkaa vuodesta 1936 jolloin perustettiin Teräsköysi Oy, joka valmisti teräsköysiä. Yrityksen nimi vaihtui Certex Finland Oy:ksi vuonna 1996, kun syntyi kansainvälinen Certex-jakeluketju, johon Teräsköysi Oy liittyi. (Tietoa meistä 2017.)

Henkilöstöä Certex FINLAND Oy:llä oli 33 vuonna 2015 ja sen liikevaihto oli 8,8 miljoonaa euroa. Vuosina 2011-2015 yrityksen liikevaihto on vaihdellut 8,8 miljoonasta eurosta aina 9,8 miljoonaan euroon ja tulosta sille on tullut 0,9-1,24 miljoonaa euroa vuosittain. (Taloustiedot 2015.)

Vuonna 2005 Axel Johnson Internationalin omistama AxLoad osti Certexin yritykset Pohjoismaista, Baltiasta, Venäjältä ja Saksasta. AxLoad on perustettu vuonna 2002 ja vuoteen 2016 mennessä sillä oli omistuksissaan 36 yritystä ja liikevaihtoa 370 miljoonaa euroa. (History 2017.)

Axloadin strategia on jaettu kolmeen strategiseen tavoitteeseen ja kahteen toimintaa ohjaavaan periaatteeseen. Strategiset tavoitteet ovat kannattava kasvu, oppiva organisaation ja toiminnallinen tehokkuus. Näillä tavoitteilla Axload pyrkii vahvistamaan markkinajohtajan asemaa nosto- ja rahtitavaroiden alalla, sekä jakamaan tietotaitoa hankkimiensa yritysten välillä ja tekemään tehokkaammin työtä nykyisillä resursseilla. Axloadin ohjaavat periaatteet ovat kestävä kehitys ja turvallisuus ensin. Niillä Axload pyrkii tekemään parempia valintoja sekä sosiaalisesti että ympäristön kannalta. (Strategy 2011.)

Certex tavoittelee vastuullista yritystoimintaa tarkastelemalla liiketoiminnan etiikkaa kolmesta näkökulmasta sosiaalisesti, ympäristöllisesti ja taloudellisesti. Certex on asettanut tavoitteeksi olla houkutteleva työnantaja, tasa-arvoinen, ympäristöystävällinen ja hyvän liiketavan periaatteita noudattava yritys. (History 2017.)

2 Lean

Lean-tuotanto on lähtöisin Japanista, missä Toyota Motor Corporationissa työskennellyt päätuotantoinsinööri Taiichi Ohno sai tehtäväkseen kasvattaa yrityksen tuottavuutta kehittämällä toimenpiteitä, joilla saataisiin tehtyä enemmän vähemmällä. Ohno haki vaikutteita toimenpiteilleen Yhdysvalloista, jossa hän kierteli autotehtaissa, mutta eniten ideoita Ohno sai paikallisista supermarketeista, joissa asiakas sai kaupasta tarvitsemansa tuotteet silloin kun halusi. Tämä oli Ohnon mielestä täydellinen esimerkki imuohjauksesta. (Leanin historiaa 2017.)

Lean-tuotanto on ollut vastalause vanhalle massatuotannolle, jossa valmistuksessa on käytetty suuria tuote-eriä ja pitkiä tuotteiden kehitysaikoja. Kirjassaan *The machine that*

changed the world, Womack, Jones ja Roos (1990) selvittivät, kuinka autoteollisuudessa käytetyt lean-tekniikat eroavat perinteisistä massatuotantoyrityksistä. Tutkimuksessaan he havaitsivat, että lean-periaatteita käyttävät yritykset menestyivät muita yrityksiä paremmin laaja-alaisesti useilla toiminnan tehokkuutta, laatua ja resurssien hyödynnystä mittaavilla mittareilla. (Womack ym. 1990, 91–93.)

Tutkimuksessa käytettyjä mittareita olivat muun muassa tuottavuus, jota mitattiin jakamalla valmistukseen käytetyt tunnit valmistettujen ajoneuvojen lukumäärällä. Laadun mittarina oli valmistusvirheiden määrä sataa valmistettua autoa kohden. Tilan käytön mittarina oli tehtaan pinta-ala jaettuna valmistetuilla ajoneuvoilla per vuosi. Myös korjaustöitä varten käytetty tehtaan pinta-ala on jaettu suhteessa valmistus pinta-alaan, jolloin saadaan huoltotoimien suhde tehtaan pinta-alaan lasketuksi. Varastojen koot olivat osien suhteen laskettu päivissä. Myös työntekijöiden käyttöä tiimeissä oli mitattu. (Womack ym. 1990 80–95.)

Lean-tuotannon havaittiin päihittävän perinteinen massatuotannon kaikilla näillä osaluilla. Lean-tuottajat myös pystyivät tuomaan markkinoille uusia autoja useammin kuin kilpailijansa. Laaja tuotevalikoima ja lyhyet mallien kiertoajat samoilla resursseilla ovatkin lean-valmistuksen suurimpia kilpailuetuja. Lean-organisaatiot ovat myös näiden johdosta reagoitukykyisiä ja joustavia. Teknologioiden tutkimus ja tuotekehitys ovat myös nopeampia sekä kilpailijoiden liikkeisiin vastaaminen. Näin teki esimerkiksi Toyota asentamalla tehokkaammat moottorit autoihinsa lyhyellä läpimenoajalla, kun amerikkalaiset autoyhtiöt alkoivat kasvattaa moottoreiden kokoa. Lisäksi on mahdollista tehdä monimutkaisempia tuotteita joustavilla tuotantotavoilla. (Womack ym. 1990, 92, 171,195.)

Yksi merkittävä tekijä, joka liittyy valmistukseen, on työntekijöiden henkinen ja fyysinen hyvinvointi. Jotkin lean-ajattelun kritikit ovat sanoneet, että lean-tuotanto on stressaavampaa kuin perinteinen massatuotanto, koska sen lisäksi, että työntekijät joutuvat huolehtimaan valmistuksesta, on heidän myös suunniteltava tuotantoa ja tehtävä korjaus toimenpiteitä koneisiin ja jatkuvasti kehitettävä uusia toimintatapoja. Womack ym. (1990, 101-103) näkevät kuitenkin tämän lean-ajattelun vahvuutena, koska työntekijät pääsevät itse suunnittelemaan ja toteuttamaan työtapojansa ja tämän voi nähdä ennemminkin voimaannuttavana kehityksenä. Vaihtoehtoisena suuntauksena on tuotu esiin myös paluu vanhanmalliseen sepäntyötyyliseen valmistukseen, mutta uudistettuna uussepäntyönä. Tätä ei kuitenkaan pidetä nykyajan liiketoimintaan sopivana, koska sen mahdollisuudet kilpailla kustannuksissa ovat hyvin heikot. (Womack ym. 1990, 101–103.)

Automaatio on yksi nykyajan ongelma kysymyksistä, koska se on kallista, mutta se vie myös työpaikkoja ihmisiltä. Womack ym. (1990, 94–96) toteavat, ettei automaatio voi kannattaa sijoituksena, ellei yrityksessä oli käytössä kehittämisen kulttuuria, koska tuotantokoneet hajoavat helposti ja viat toistuvat usein, ellei niihin puututa ajoissa. Lean-ajattelu pitäisi siis ensin tuoda yritykseen ja saada toimimaan ennen kuin automaatiota ryhdytään toteuttamaan. Ihmisten onneksi automaatiolla on joitakin heikkouksia verrattuna ihmisiin. Koneet pystyvät lähinnä tekemään töitä, jotka vaativat nopeutta, ovat rutiininomaisia sekä vaativat suurten tietomassojen käsittelyä ja analysointia, mutta ne eivät pysty korjaamaan itseään ja niiden kyky suunnitella luovasti on heikkoa. (Womack ym. 1990, 94–96.)

3 Asiakkaan kokema arvo

Perusta lean-ajattelulle on asiakkaan kokema arvo. Arvo itsessään täytyy määritellä tarkasti, jotta yrityksen toimintoja voidaan tarkastella arvontuotto näkökulmasta. Kun arvon tuottoa lähdetään rajaamaan, on tärkeää havaita ja jakaa toiminnot arvoa tuottamattomiin ja arvoa tuottaviin osiin. Näin saadaan esiin asiat, joista pitäisi päästä eroon, ja asiat, jotka tuottavat asiakkaalle arvoa. Yksi tapa tarkastella arvontuottoa on jakaa toiminnot kolmeen eri aktiviteettiin. Ensimmäinen on arvoa tuottavat aktiviteetit, joissa materiaa, tietoa tai ihmisiä muokataan asiakkaan tarpeiden mukaan. Toinen arvon tuoton aktiviteetti on tukitoiminnot, jotka ovat välttämättömiä tehdä, jotta arvoa voitaisiin tuottaa, mutta ne eivät itsessään tuota arvoa. Kolmantena ovat kaikki ei arvoa tuottavat aktiviteetit eli niin sanottu hukka, joka ei ole välttämätöntä ja joka voitaisiin pienin investoinnein poistaa. (Lean-ajattelu 2017.)

Arvovirta

Lean-ajattelun kannalta olennaista on asiakkaan arvon määrittely ja arvoa tuottamattomien toimien tunnistaminen ja poistaminen, sekä arvoa tuottavien toimien järjestely mahdollisimman sujuviksi virtauksiksi (Lean-ajattelu 2017). Virtauksen luomiseksi täytyy tuotteelle löytää niin kutsuttu arvovirta. Arvoviraksi voidaan laskea kaikki ne tuotantovirran toiminnot, jotka vaaditaan raaka-aineiden muuttamiseksi valmiiksi tuotteiksi. (Klaus 2013, 6–7.)

Arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvauksen tarkoitus on kuvata tuotantovirta, materiaalivirta ja tietovirta, jollekin tietylle tuotteelle tai tuoteperheelle. Arvovirtakuvauksessa on tarkoitus aluksi tarkastella kokonaiskuvaa yrityksen arvon tuotosta ja nähdä niin sanotusti isokuva. Kuvatessaan useampia arvovirtoja yritys voi lopulta tehdä kuvauksia yksittäisistä prosesseista, mutta aluksi se kannattaa aloittaa ovelta ovelle periaatteella, eli toimittajalle lähtevästä tilauksesta aina siihen asti, kun tuote on toimitettu asiakkaalle ja rahat on saatu. Tätä kutsutaan tilauksesta kassaan kierrokseksi. Arvovirtakuvaus on kiteytettynä tuotteen kulun seuranta asiakkaalta toimittajalle piirtämällä visuaalinen kuvaus prosessin materiaali ja tietovirroissa. (Rother & Shook 1999, 9.)

Arvovirtakuvauksen tarkoitus ei ole olla työkalu prosessien kehittämiseksi. Sen sijaan sillä pyritään sovittamaan eri prosessit toisiinsa arvovirran sujuvoittamiseksi. Kuvauksen tarkoituksena on myös kohdistaa parannusehdotukset siten, että prosessit liittyvät toisiinsa sujuvasti ja että parannusehdotukset vastaavat organisaation tavoitteisiin. Tämä tehdään siksi, että toimenpiteet palvelisivat ulkoisia asiakkaita. Jos arvovirtakuvausta käytetään prosessien parannustyökaluna, voi sillä olla negatiivisia seurauksia, kuten että yritys löytää niin paljon parannettavaa ja parannuskohteita, että on vaikea päättää, mihin prosessiin kohdistetaan parannusehdotukset. Lisäksi arvovirtakuvaukset keskittyvät vain pintaan eivätkä anna syvällistä ymmärrystä jonkin prosessin todellisista kehitystarpeista tai suunnasta, johon prosessia tulisi kehittää. (Rother 2010, 24–25.)

Virtaus

Virtauksen luonti alkaa arvon määrittelyn ja arvovirtakuvauksen jälkeen. Virtauksella tarkoitetaan tuotteen liikettä valmistusvaiheesta toiseen. Lean-kehityksellä tästä virtauksesta pyritään tekemään tehokas ja sen läpimenoaika pyritään lyhentämään. Tämän lisäksi tuotanto vaiheiden täytyisi olla arvoa tuottavia. Lean-organisaatiossa työ virtaa tasaisesti ja keskeytyksettä arvoa tuottavasta toimesta toiseen. (Womack & Jones 2003, 50–52, 66.)

Virtauksen kehittämisen ensimmäinen askel on keskittyä tuotteen rakenteeseen, tuotteiden tilauksiin ja itse tuotteeseen. Seuraava askel on unohtaa kaikki aikaisemmat osastojen tai töiden rajat ja keskittyä tuotteen tai tuoteperheen virtauksen parantamiseen.

Kolmas vaihe on kyseenalaistaa nykyiset työtavat ja työkalut, jotta tuotteiden paluuvirtaus, hävikki ja tuotannonseisahdukset voitaisiin poistaa (Womack & Jones 2003, 52)

Imu

Yksinkertaisimmillaan imuilla tarkoitetaan sitä, että tilaus-toimitusketjun ylävirralla ei pitäisi tehdä mitään tuotteita ennen kuin asiakas alavirralla sitä pyytää. (Womack & Jones 2003, 67). Toinen näkökulma on ajatella, että varastot ja keskeneräiset tuotteet ovat imunkeskeyttäjiä ja ne aiheuttavat turhia kustannuksia ja peittävät prosessien ongelmia. Varastoista pitäisi siis päästä eroon, jotta imu voisi toteutua (Jit ja imuohjaus 2017). Ideaali tapauksessa tuotteet liikkuisivat niin sanotussa 1x1-virrassa, jossa tuotteita valmistettaisiin yhden kappaleen erissä aina kunkin asiakkaan tarpeisiin (Rother 2010, 76). Tähän tilaan pääsy on vaikeata, mutta on olemassa kuitenkin toimia, joilla päästään lähemmäksi tätä ihannetilaa.

Imuohjaus

Keinoja päästä kohti 1x1-virtausta eli imua ovat esimerkiksi: Koneiden vaihtoaikojen lyhennys käyttämällä niin sanottua SMED-periaatetta sekä ottamalla käyttöön varastojen ja keskeneräisten tuotteiden ylärajojen määrittämiseen käytettäviä tuotantoa ohjaavia kanban kortteja. (Womack & Jones 2003, 70–71.)

Imun luomisessa on oleellista saada tuotannonvaihtoajat mahdollisimman pieniksi, jotta tuotevariantteja pystyttäisiin vaihtelevaan kysynnän mukaan joustavasti. Virtaus ja imu yhdessä luovat myös edellytykset laadunparannukselle, kun asiakkaalle luotu arvo voidaan havaita ja vetää läpi tilaus-toimitusketjun. (Womack & Jones 2003, 71–72.)

4 Täydellisyysden periaate

Kun yritys on onnistunut määrittelemään arvon ja kuvaamaan arvovirran sekä alkanut implementoimaan onnistuneesti virtaus- ja imutoimia alkaa työntekijöiden ymmärrys lean-periaatteista hahmottua tavalla, joka mahdollistaa täydellisyysden tavoittelun prosesseissa. Täydellisyys on mahdollista nimenomaan vain, kun edellä mainitut asiat ovat syvällisesti määriteltyjä ja oikealla tavalla toteutettuja. (Womack & Jones 2003, 90–98.)

4.1 Hukka

Lean-filosofiassa hukalla tarkoitetaan työtä, joka ei lisää asiakkaalle arvoa. Hukan poistamisella vähennetään tehokkaan työn tekemisen esteitä, jolloin käytettävissä olevat resurssit kohdistuvat arvon tuottamiseen. Perinteisesti hukat jaetaan seitsemään arvoa tuottamattomaan luokkaan, jotka ovat ylituotanto, odottelu ja viivästykset, tarpeeton kuljettaminen, laatuvirheet, tarpeettomat varastot, ylikäsittely ja tarpeeton liike työskentelyssä (Kouri 2009). Lisäksi kolmeksi lisähukaksi voidaan laskea Ihmisten aivokapasiteetin ja osaamisen käyttämättä jättäminen, hajonta sekä ylikuormitus (Lean-ajattelu 2017).

Ylituotanto on yksi pahimmista hukista lean-tuotannossa. Ylituotantoa on tuotteiden liiansuuret tuotantomäärät ja tuotteiden valmistaminen varastoon ennen kuin asiakas niitä tarvitsee. Ylituotannon suurin haitta on se, että se peittää prosessien kaikki muut ongelmat alleen. Ylituotannolla yritetään yleensä vastata asiakkaiden kysyntään ja palvelu valmiuteen sekä pitkiin tuotannon vaihtoaikoihin, mutta silloin sidotaan turhaa pääomaa varastoihin, raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja valmiisiin tuotteisiin. (7 Wastes 2017.)

Odottelu ja viivästykset johtuvat yleensä prosesseista, jotka eivät ole synkronoitu keskenään. Prosesseista toinen voi esimerkiksi olla hitaampi kuin toinen, jolloin nopeampi joutuu odottamaan toista prosessia tai, se joutuu tekemään työtänsä hitaammin, jotta toinen prosessi ei tukkiutuisi. Prosesseissa voi olla myös pitkiä vaihtoaikoja, jolloin toinen prosessi joutuu odottamaan. Myös tuotannon epätasaisuus voi johtaa odotteluun, jos tuotteet eivät virtaa tasaisena läpi prosessien. (7 Wastes 2017.)

Tarpeetonta kuljettamista voi olla tavaroiden ja materiaalien tarpeeton liikuttaminen, eri tuotantolaitoksiin tai maihin ilman, että kuljetukset tuottavat lisäarvoa. Tarpeeton kuljettaminen lisää kustannuksia, koska sille pitää hankkia omat käsittelylaitteet ja palkata henkilökuntaa hoitamaan logistiikkaa. Se myös aiheuttaa turhaa odottamista seuraavaan tuotantovaiheeseen. Tavarat voivat myös mennä rikki, kun niitä joudutaan turhaan käsittelemään ja kuljettamaan. (7 Wastes 2017.)

Laatuvirheitä ovat tilanteet joissa tuote tai palvelu ei vastaa sitä mitä asiakas tarvitsee tai on pyytänyt. Yleisimpiä paikkoja joista laatuvirheitä löytyy ovat materiaalit, uudelleen työstö, materiaalien uudelleen järjestely, kuljetukset, tuotannonvaihdot, paperityöt, ongelman ratkaisut ja toimitus ongelmat. Laatuvirheitä pystyy välttämään käyttämällä aikaa

tuotteiden suunnitteluun sekä prosesseihin ja tuotantovälineisiin. Myös vaihtelu ja standardien vastainen toiminta voi aiheuttaa laatuvirheitä. (7 Wastes 2017.)

Tarpeettomia varastoja ovat ne raaka-aineet, keskeneräiset työt ja valmiit tuotteet, joita ei työstetä missään prosessissa sillä hetkellä. Varastojen kustannuksia ovat niiden säilytyskustannukset, kuten tilat ja rakenteet, ylimääräinen kuljetus, energian käyttö, sekä se, että raha, joka varastoihin on sidottu, ei ole sillä hetkellä tehokkaassa käytössä. Tavarat voivat myös vanheta tai jollakin muulla tavalla mennä pilalle varastoidessa. Varastojen pahimpia seurauksia on muiden hukkien peittyminen, mikä estää organisaatiota kehittymästä tehokkaammaksi. (7 Wastes 2017.)

Ylikäsittely tarkoittaa, että tuotteeseen tehdään arvoa, jota asiakas ei todellisuudessa tarvitse ja näin kulutetaan resursseja turhaan työhön. Käytettävät voimavarat ovat myös pois muista toimista, jotka voivat olla tärkeämpiä asiakkaiden ja kilpailukyvyyn kannalta. Ylikäsittely voi johtua epäselvistä standardeista tai siitä, että asiakkaan tarve ei ole aidosti selvillä ja tehdään asioita, joita asiakas ei tarvitse. (7 Wastes 2017.)

Tarpeetonta liikettä on kaikki, jossa tuotetta ei muokata tai koota asiakkaalle arvoa tuottavalla tavalla. Tarpeettoman liikkeen kustannuksia ovat työvoiman tehottomampi käyttö, sekä hieman vaikeammin havaittava työntekijöille aiheutuvat fyysiset rasitukset, joita tulee nostoista ja muusta liikuttelusta. Turhaa liikettä ovat siis myös työntekijöille haitalliset ja epäergonomiset liikkeet. (7 Wastes 2017.)

Ihmisillä on taitoja ja kykyjä, jotka usein jäävät käyttämättä. Näiden kykyjen käyttämättä jättäminen onkin yksi hukan muodoista. Hukkaan on nimenomaan aika, jota ei käytetä toiminnan kehittämiseen, joka olisi saavutettavissa, jos työntekijöillä olisi oikeat työvälineet ja ohjeet, sekä yrityksessä olisi sopiva työkuultuuri ja keinot motivoida parannusten toteuttamiseksi. (7 Wastes 2017.)

Hajonnalla tarkoitetaan epätasaisia tai epäjohdonmukaista toimintaa yrityksessä ja sen prosesseissa. Tällaisen toiminnan yleensä saa aikaan epätasainen kysyntä, johon yritys yrittää reagoida valmistamalla tuotteita, kooltaan vaihtelevina erinä. (7 Wastes 2017.)

Hajonta on kaikkein pahin hukista, koska se aiheuttaa kaikkia muita hukkia. Hajontaa voivat olla esimerkiksi työkuorman vaihtelu eri päivinä, niin sanottujen tulipalojen sammuttaminen tai henkilöiden osaamiserot. *Vaihtelun* pystyy havaitsemaan mittaamalla

työn suorittamis- ja odottamisaikoja. Näistä mittauksista pystyy havaitsemaan vaihtelun kaksityyppiä, jotka ovat tarkkuus, joka tarkoittaa, kuinka lähelle tulosten keskiarvo osuu tavoiteltua arvoa, ja täsmällisyys eli kuinka lähelle yksittäiset arvot osuvat toisiaan. Tällöin puhutaan vaihteluvälin suuruudesta. (Torkkola 2015, 23–25.)

Tarpeeton taakananto työntekijöille ja prosesseille on hukan muoto, jota kutsutaan *ylikuormitukseksi*. Hajonta ja vaihtelu ovat syitä sille, että ihmiset ja prosessit ylikuormittuvat, koska työmäärien lisääntyminen piikkeinä kuluttaa ihmisiä ja altistaa virheille, sekä muille laatu ongelmille. Ylikuormitusta aiheuttavat myös huono työympäristö, epäselvät ohjeet, huonot työkalut ja välineet, sekä epätasaiset prosessit. (7 Wastes 2017.)

Ihmisille ylikuormitus aiheuttaa sairauspoissaoloja ja vähentää kykyä oppia uusia asioita. Se lisää myös todennäköisyyttä virheille. Ylikuormituksen voi havaita mittaamalla käytöstä, jakamalla saapuvan työkuorman valmistumisnopeudella, kaavan 1 mukaisesti. (Torkkola 2015, 25.)

$$\text{Käyttöaste} = \text{Saapuva työkuorma} / \text{Valmistumisnopeus} \quad (1)$$

4.2 Jatkuva kehittäminen

Jatkuvalla kehittämisellä tarkoitetaan tapaa toimia yrityksessä, jossa ongelmat pyritään ratkaisemaan ja myös niiden juuri syyt selvitetään ja korjataan. Jatkuva kehittäminen on välttämätöntä, jotta yritys pystyy selviämään markkinoilla. Syitä, miksi jatkuvaa kehittämistä täytyy ylläpitää, on monia. Yksi syy on se, että prosesseilla on tapana ajan kuluessa heiketä johtuen siitä, että prosessit eivät ole absoluuttisen muuttumattomia. Yleensä prosessit muuttuvat itsestään, vaikkei niitä tietoisesti lähdetäisi muuttamaan. Esimerkiksi uudet työntekijät voivat alkaa tehdä prosessia eri tavalla, kuin sitä aikaisemmin tehtiin tai ongelmien välttämiseksi prosessiin syntyy väliavarastoja. Tätä ”entropiaa” vastaan taistellakseen yrityksen pitää ylläpitää jatkuvaa kehittämistä, jotta prosessit eivät lähtisi vierimään taaksepäin. (Rother 2010, 69–116, 151.)

Jatkuva kehittäminen on myös välttämätöntä siitä syystä, että kilpailevat yritykset voivat myös kehittää prosessejaan, jolloin yritys jää jälkeen niistä ja menettää kilpailuetuaan. Jatkuvalla kehittämisellä on myös yrityksen suunnan etsimisen kannalta hyötyä, koska pienet jatkuvat korjausliikkeet auttavat löytämään oikean tien kohti sitä tavoitetta johon

yritys haluaa päästä. Kustannus- ja laatukilpailuedut johtuvat usein myös pienistä askeleista kehityksessä (Rother 2010, 148-149).

5 Parannuskata

Lean-implementaatiossa on usein ongelmana se, että ihmisten potentiaalia ei saada hyödynnettyä kokonaisuudessaan. Ihmisten kykyjen käyttö onkin tärkein osa lean-toimintafilosofian onnistumisen kannalta, koska se on perusta sille, että muutoksia tapahtuu ollenkaan yrityksessä ja prosesseissa. Ongelmana onkin, kuinka saada muutoksen tekemisestä miellyttävää työntekijöille. Tämä yleensä edellyttää jonkin näköisiä rutiineja, koska ihmiset kokevat toimet, joihin he ovat rutinoituneita turvallisena, mutta tämä on ristiriidassa jatkuvan kehittämisen suhteen, koska kehittäminen vaatii luovuutta ja riskin ottoa, joita rutiinit perinteisesti vähentävät ja karttavat. (Rother 2010, 13, 92–93.)

Toyota on kehittänyt päihittääkseen tämän ongelman kata nimisen konseptin. Katalla tarkoitetaan tapaa pitää kaksi asiaa synkronoituna ja samassa suunnassa keskenään. Toyotalla tämä tarkoittaa käytännössä, että yrityksen sisäisillä toimilla yritetään vastata asiakkaiden kysyntään tuottamalla asiakkaille mahdollisimman paljon arvoa ja poistamaan hukkaa sisäisestä toiminnasta. (Rother 2010, 14–15.)

Parannuskataa voidaan käyttää kaikilla yrityksen tasoilla, mutta eniten ja järjestelmällisesti sitä tulisi käyttää prosessien tasolla. Tällöin yritys voi jatkuvasti kehittää prosesseja ja taistella prosessien heikkenemistä vastaan, sekä ylläpitää kilpailuetua suhteessa muihin kilpailijoihin. Yrityksen on äärimmäisen tärkeää suhtautua jatkuvaan kehittämiseen kunnollisena työnä muun työnteon rinnalla. Erityisen tärkeää on tehdä parantamisesta osa yrityksen jokapäiväistä johtamista. (Rother 2010, 11, 68.)

Parannuksia tehtäessä on muistettava tehdä muutoksia yksikerrallaan. Tämä johtuu siitä, että aina kun prosessia muutetaan jollakin tavalla, se itse asiassa luo uuden erilaisen prosessin, jolla on edeltävää poikkeavat ominaisuudet. Siksi muutokset on tehtävä yksi kerrallaan ja on varmistettava mittaamalla, että muutos vie prosessia kohti haluttua suuntaa. Kehittämisessä pitäisi välttää tekemästä montaa muutosta kerralla juuri edeltä mainitusta syistä. Jotta tällainen toimintamalli voisi toimia täytyy uudistusten tahti ja tarkastaminen olla nopeita, siksi yksi muutos kerrallaan onkin tärkeää. (Rother 2010, 10–11.)

Onnistuminen jatkuvassa kehittämisessä edellyttää myös jotakin suuntaa tai visiota, jota kohden muutoksia tehdään. Muuten muutokset ovat vain reagointia eteen tuleviin ongelmiin ja pahimmassa tapauksessa eri yrityksen osastot pyrkivät vain optimoimaan omia toimintatapoja, joka voi johtaa siihen, että työt kasvavat muualla. Tätä ennustaa myös systeemijattelu, jossa yhden toiminnon maksimointi johtaa resurssien hukkaan ja epäoptimaaliseen järjestelmään parannuskatan toistuvat rutiinit voidaan jakaa neljään osaan jotka ovat lueteltu taulukossa 2 (Rother 2010, 93).

Taulukko 1. Parannuskatan toistuvat rutiinit ja toimintaohjeet (Rother 2010).

Rutiini	Toimintaohje
Visio	Pidä suunta ja tavoite mielessä
Nykytila	Ymmärrä nykytila
Seuraava tavoitetilä	Määrittele seuraava tavoitetilä matkalla kohti visiota
Este	Esteiden kohtaamine määrittelee, mitä meidän tulee oppia ja mitä meidän täytyy tehdä

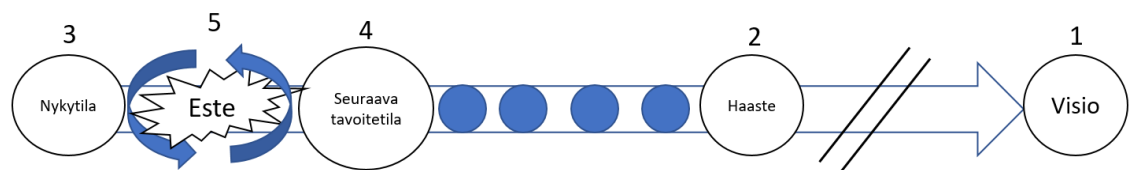
5.1 Tuotannon visio

Jotta yritys voisi tehdä oikeita ratkaisuja menestyäkseen liiketoimissaan sen täytyy tietää varmuudella omasta toiminnastaan kolme asiaa. Ensimmäinen tiedettävä asia on, missä yritys on tällä hetkellä, toinen asia on, minne yritys haluaa päästä, ja kolmantena asiana on, millä keinoilla ja välineillä yritys pääsee siirtymään näiden kahden tilan välillä. Siirtyminen tilojen välillä on epäselvä eikä ennakolta tiedossa. Sen aikana yritys kohtaa esteitä, sekä ongelmia ja joutuu kysymään useita syvällisiä kysymyksiä nykyisestä toiminnasta. Siksi keskeistä on tuntea toimintatavat, joilla nämä haasteet kohdataan Rother (2010, 7–8). Rotherin (2010, 40) mukaan Toyotan visiona on, että yritys tekisi nolla virhettä, sen toiminta tuottaisi sata prosenttia lisäarvoa ja että sen tuotanto tapahtuisi peräkkäisenä yhden kappaleen virtana kysynnän mukaan eli niin sanottuna 1x1-virtauksena. Viimeisenä tavoitteena on, että työntekijöillä olisi varmuus työstä ja työpaikasta.

Vision ja tavoitetilojen välissä on haastetiloja, jotka ovat "välietappeja" yrityksen kulkiessa kohti sen visiota. Haasteet eivät ole luonteeltaan laskennallisia, eivätkä taloudellisia, vaan ne ovat tiloja, joita kohti tuotantoa viedään tavoitetiloihin suorittamalla. (Rother. 2010, 102–103.)

5.2 Tavoitetila

Tavoitetilan tarkoitus on auttaa näkemään, mitä yrityksen täytyy tehdä. Tavoitetilaa kohti kulkeminen estää huonojen ja väärään suuntaan vievien ratkaisujen käsittelyn. Sillä pyritään siis estämään tilanteita, joissa vain vakuuttavin argumentti tietyn yksittäisen tilanteen ratkaisuksi voittaisi, kadottaen vision jota kohti yrityksen täytyisi kulkea. Esimerkkejä tavoitetiloista voivat olla esimerkiksi 0 välivarastoa tuotannon vaiheiden välissä, operointiaikojen heilahtelun vähennys 20 prosentilla, eräkokojen pienennys määrällä x, asetusajojen lyhennys puolella tai tuotannon tasoituksen tuotantojonon pidennys. Tavoitetilaa miettiessä olisi hyvä tarkastella seuraavia neljää lean-toiminnasta tuttua konseptia hieman tarkemmin. (Rother. 2010, 43–44, 69–70.)



Kuva 2. Parannuskata-rutiini (muokattu Rother 2010).

Tahtiaika (Takt time)

Tahtiajan voidaan ajatella olevan ihanteellinen jaksoaika tuotteelle asiakkaan kysyntävauhdin mukaan. Se ei kuitenkaan käytännössä ole mahdollista toteuttaa ja siksi tuotannolle pitää luoda niin sanottu suunniteltu jaksoaika, joka yleensä on lyhyempi kuin tahtiaika, koska prosesseissa on hukkaan menevää aikaa, joka täytyy kompensoida nopeammalla kierrolla. Tahtiaikaa käytetään tavoitetilan toteuttamiseen kahdella tavalla. Ensimmäinen on yrittää valmistaa tuotteita yhdenmukaisesti suunnitellun jaksoajan mukaan. Tällöin tavoitteen on luoda stabiili prosessi. Toinen toimenpide on siirtää suunniteltua jaksoaikaa lähemmäs tahtiaikaa. Prosessin jaksokohtainen heilahtelu aste kuvaa prosessin tasapainoisuutta. Seuraava askel kehityksessä on määrittellä, mikä olisi sopiva

heilahteluskaala, jotta prosessi toimisi tarpeeksi stabiilisti, että voidaan lähteä tarkkailemaan ja poistamaan prosessista esteitä tuon tilan saavuttamiseksi. (Rother 2010, 71–73.)

Suhteellisen yhdenmukaisesti värähtelevästä prosessista voi lopuksi lähteä pienentämään väliä, joka on tahtiajan ja suunnitellun jaksoajan välillä. Tavoitteeksi voi asettaa vaikka 15 prosenttia nopeampi suunniteltu jaksoaika kuin tahtiaika, jolloin törmää ongelmiin yleensä vaihtajissa, koneiden katkoksissa, viallisissa osissa ja niin edelleen. Tahtiajan kaava on ilmaistu kaavassa 2. (Rother 2010, 73.)

$$TT = \frac{\text{Työaika}}{\text{Kysyntä}} \quad (2)$$

1x1-tuotanto (jatkuva virtaus)

1x1 virtauksella tarkoitetaan täydellistä joustavuutta prosessissa, jolloin prosessin on mahdollista prosessoida tuotteet yksitellen rippumatta siitä, mikä tuote on kyseessä (Six sigma 2017). 1x1 virtaan kohti siirtymisen etuja ovat, että se jo itsessään voi poistaa hukkaan turhasta liikkeestä ja turhasta välivarastoista. Suurin etu sillä on kuitenkin se, että se paljastaa tuotannon ongelmia pakottamalla luovaan ongelman ratkaisuun esteiden voittamiseksi. Sen voi siis todeta olevan, sekä tavoitetila itsessään, mutta myös väline ihannetilaan pääsemiseksi. (Rother 2010, 74–79.)

Heijunka (tuotannon tasoittaminen)

Heijunka on tuotannon tasoittamista, jolla pyritään tasoittamaan kokoonpanon aikatauluja, koska vaikka 1x1-virtaus olisikin tavoite ei siihen kuitenkaan päästä helposti, joten tuotantoa pitää aikatauluttaa, jottei sen suoritus kykyä ylitetä ja ajauduta näin toimitusongelmiin asiakkaille. (Rother 2010, 79.)

Heijunkassa tuotantokutsu, joka usein on kanban-kortti, ei mene suoraan tuotantoon vaan se kulkee lajittelun läpi, joka useimmissa tapauksissa lajittelee tuotteet kahden kriteerin mukaan jotka ovat, tuotevalikoiman tasoittaminen ja tuotemäärän tasoittaminen. (Rother 2010, 79.)

Tuotevalikoiman tasoittamisessa lajittelija jakaa ennalta määrätyn tavan mukaan tilaukset jonoihin kohdetyypin mukaan. Jonojen tavoitteita voivat olla esimerkiksi kokonaisvaihtoaikojen minimointi tai isojen erien jakaminen pitkin päivää. Ennalta määrätyn jonon lopussa voi olla myös muutama tyhjä lokero, joihin voidaan laittaa pienempi volyyymisten tuotteiden tilauskortteja. Tuotantoprosessin tavoitteena on tuottaa tuotteita ennalta määrättyssä järjestyksessä. Jos prosessin vaihtoajat ja tuotteiden määrät ovat sellaisia, että koko jono voidaan viedä päivän aikana kerran läpi, jokaisen tuotteen eräkooksi tulee yksi päivä. (Rother 2010, 79–80.)

Määrän tasoittamisella tarkoitetaan toimenpidettä, jossa lajittelija määrittää tuotannolle myös maksimimäärän, jota kutakin tuotetta valmistetaan yhden läpimenon aikana. Määrän suuruus määrittää tuotantoerän koon sekä tuotteiden kysyntävauhdin mukaan. Esimerkiksi jos eränkoko on yksi päivä, niin tuotetta A valmistetaan vain keskimääräisen yhden päivän kysynnän mukainen määrä. (Rother 2010, 80.)

Kokoonpanoprosessin tasaamiselle on löydetty kaksi syytä, jotka ovat mahdollisuus palvella asiakkaita lyhyellä läpimenoajalla sekä rajoittaa niin kutsuttua Forrester-ilmiötä. Forrester-efektillä tarkoitetaan ilmiötä, jossa kokoonpanon epätasaisuudet kasvavat kasvavassa määrin, kun kysyntä välitetään virtaa pitkin alavirralla ylävirtaan. Tämä johtuu siitä, että alavirran prosesseilla on lyhyemmät läpimenoajat tai pienemmät varastot kuin ylävirrassa, joten kysynnän piikit saavat alavirranprosessit ylityläamaan tuotteita, mikä johtaa heiluvaan ja epävakaaseen kysyntään. Tuotannon tasaamisen tarkoitus on estää prosesseja ylivalmistamasta tai alivalmistamasta tavaroita. Valmistusmäärä tietylle tuotteelle pitäisikin olla sen kysynnän keskiarvo. Näin voidaan ajatella, että aina kun tilaus on hieman vajaa keskiarvosta, niin jonain toisena kertana tilaus on hieman suurempi kuin keskimääräinen tilaus, mutta jos valmistus määrä on aina vakio ei tuotanto yliohtaa valmistusta kysynnän heilahdellessa. Tällöin tuotannon tasaus synnyttää pieniä varastoja, mutta se ei pakota prosesseja tilaamaan joka kerta erisuuruisia eriä vaan se käytännössä vain tilaa useammin tai harvemmin, mutta ei enemmän. (Rother 2010, 80–82.)

Heijunkan todellinen tarkoitus on kuitenkin paljastaa tuotannosta parannuskohteita. Käytännössä se tarkoittaa, että kun heijunka järjestelmä on otettu käyttöön niin, joka kerta kun uutta jonoa lähdetään suorittamaan, niin kysytään: Voimmeko onnistua tekemään tämän jonon ajallaan? Mikäli vastaus on kyllä, niin silloin tuotanto viedään normaalisti läpi, mutta mikäli siihen ei pystytä, niin kysytään: Mikä meitä estää toimimasta tällä tavalla? Tämän jälkeen keskitetään huomio yhteen ongelmaan ja poiketaan tilapäisesti

heijunkasta, kunnes ongelma on ratkaistu. Jos vastaus on kuitenkin lähes joka kerta kyllä, niin silloin voi kokeilla pienentää eräkokoa, jolloin ilmenee taas uusia ongelmia joita pitää ratkaista ja näin tuotantoa voidaan kehittää edelleen kohti ihannetilaa (Rother 2010 82-84).

Kanban-imuohjausjärjestelmä

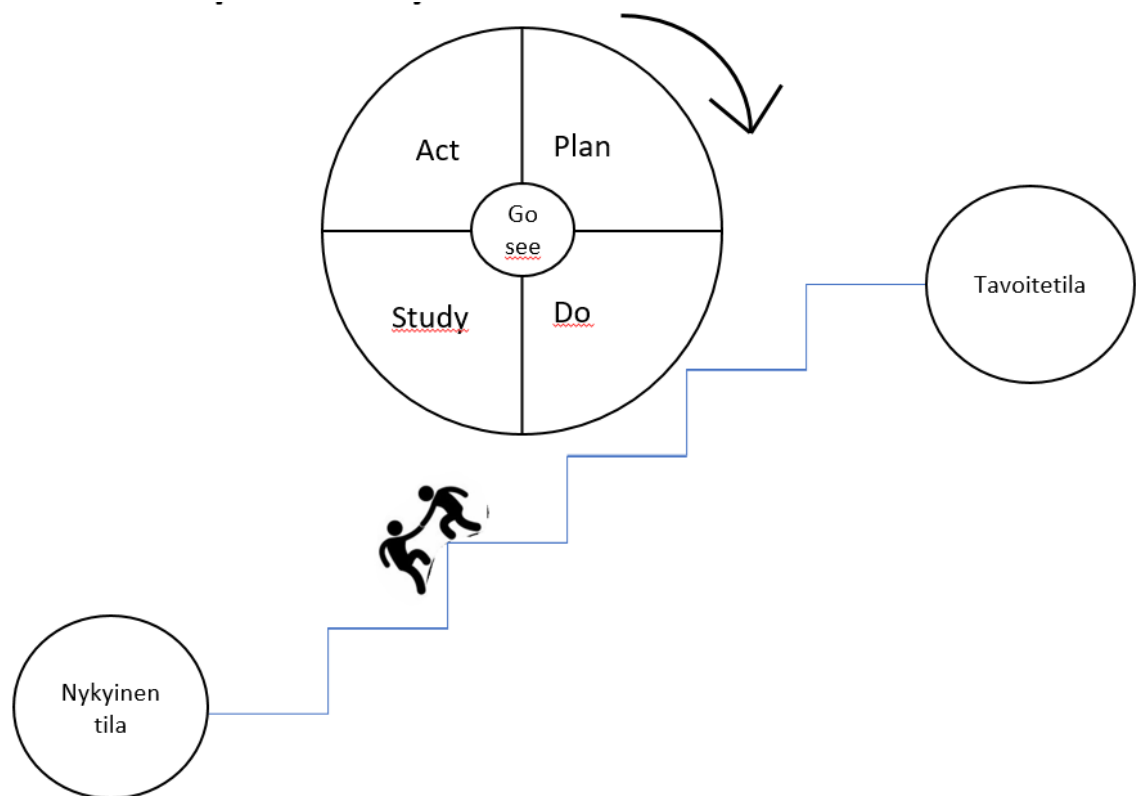
Kanban-imuohjausjärjestelmässä asiakasprosessiin tulee tuotantokäskey, joka käynnistää kokoonpanon. Aluksi kokoonpanoprosessin operoiija menee hakemaan materiaalit varastosta, joita se tarvitsee tuotantokäskeyn toteuttamiseksi. Seuraavaksi kanban-kortti viedään varastosta tuotantoprosessiin, jossa osia valmistetaan varastoon. Nyt tuotanto valmistaa niin paljon osia kuin varastoista vietiin asiakasprosessiin. (Rother 2010, 84–85.)

Kanbanilla on kaksi tarkoitusta, joista näkyvämpi on tuotannon säätely prosessien välillä, jolloin prosessit tuottavat vain mitä tarvitaan ja milloin tarvitaan. Kanbanilla on kuitenkin paljon merkityksellisempi tarkoitus eli tukea prosessien parantamista määrittämällä suhteet prosessien välille ja tuomalla ilmi ongelmia, joita tapahtuu prosessien liitoskohdissa. Kanbanin tarkoitus on itseasia päästä eroon itsestään ja mennä kohti 1x1-virtausta. Kanban-järjestelmän tarkoituksena on siis, pyrkiä pääsemään eroon varastoista prosessien välillä ja liittämään prosessit luonnollisesti toisiinsa, jotta materiaali-virrat olisivat mahdollisimman näkyviä ja selkeitä. (Rother 2010, 89–90.)

5.3 PDSA/PDCA-sykli

Kokeilujen kehä eli PDSA-sykli on avain muutokseen. Sillä tarkoitetaan toistuvia askelia, joilla edetään kohti tavoitetiloja. PDSA-sykli on työkalu uuden tiedon luomiseen, kokeilujen ja toiston avulla. PDSA-sykli tulisi laittaa käyttöön mahdollisimman nopeasti ja sen käytön pitäisi olla jatkuvaa nopeaa. Tavoitteena olisi tehdä sitä monta kertaa päivässä, jotta kehitys ei pysähtyisi eivätkä prosessit pääsisi rappeutumaan. Kokeiden tulee olla nopeita ja kokeissa täytyy käyttää hyväkseen edellisistä kokeista saatuja tietoja sekä aikaisemmin opittuja asioita. (Torkkola 2015, 39–40.)

Kuvassa 11 on esiteltynä PDSA-sykli portaina kohti tavoitetilaa. Syklin ensimmäinen vaihe on Plan eli kokeen suunnittelu, jossa esitetään parannusehdotus, jonka kelpoisuuden testaus täytyisi suunnitella. Suunnittelu koostuu kolmesta osasta, joista ensimmäinen on kokeen hypoteesin kirjaaminen, joka vastaa kysymykseen Mitä odotamme tapahtuvan? Toinen osa on mittaamisen rakentaminen ja viimeinen osa sen tilan määrittely, josta voidaan sanoa kokeen onnistuneen. (Torkkola. 2015, 41.)



Kuva 3. PDSA-sykli (muokattu. Torkkola. 2015).

Syklin seuraava vaihe on Do eli käytännön kokeen toteutus. Tässä vaiheessa suoritetaan pienin mahdollinen kokeilu, jolla on mahdollista saada lisätietoa hypoteesista. Mielekkäintä on tehdä koe mahdollisimman pienessä mittakaavassa, jottei kokeen suorittamisesta tule liian kallista ja hidasta. Hyvä nyrkkisääntö on tehdä koe yhden henkilön toimesta, yhdessä osastossa, yhden tunnin tai päivän aikana. (Torkkola 2015, 41–42.)

Syklin kolmas vaihe on Study eli Tutki mitä tapahtui. Tässä vaiheessa vastataan kysymyksiin: Onnistuiko koe? Saavutettiin odotettu lopputulos? Mitä uusia esteitä löytyi? Mikä meni pieleen? Pohdittavia asioita etenkin tilastoitujen kokeiden kohdalla on miettiä, oliko tulos sattumaa, vaikka tulos olisikin halutun lopputuloksen kaltainen. (Torkkola. 2015, 42.)

Viimeinen vaihe kehässä on Act eli päätös siitä, otetaanko muutos osaksi toimintatapaa. Siinä päätetään, otetaanko muutos laajempaan käyttöön organisaatiossa. Päätös käyttönotosta ei ole kuitenkaan mitään muuta kuin uusi ennuste siitä, mitä tulee tapahtumaan. Jos muutos otetaan käyttöön seuraavaksi päätetään, muutetaanko tavoitetta, metodia vai hypoteesia ja suoritetaanko jälleen uusi sykli. Tämän uuden syklin tuloksen perusteella voidaan sitten joko hylätä ehdotus tai jatkaa sen käyttöä. (Torkkola 2015, 42.)

Toyota käyttää syklissä myös viidettä osaa, jota se kutsuu nimellä Go and see eli Mene katsomaan. Toyotan ajatuksena on, että vain näkemällä ja kokemalla prosessit suoraan voi niistä saada aitoa tietoa, jota käyttää syklissä kohti tavoitetilaa. (Rother 2010, 123.)

5.4 Valmennuskata

Valmennuskata on työrutiini jatkuvan parantamisen mahdollistamiseksi. Siinä perusajatuksena on, että päälliköiden ja johtajien ensisijainen tehtävä ei ole ongelmien ratkaisu ja parannusten tekeminen vaan ihmisten ongelmanratkaisu- ja parannuskykyjen kasvataminen. Valmennuskatassa johtajien tarkoitus on opettaa parannuskataa työntekijöille, ja koska parannuskata on joukko toistuvia toimintoja, voidaan se saavuttaa vain toistuvien suoritusten kautta ja siksi valmennuskataa ja parannuskataa pitäisi suorittaa joka päivä yrityksen toiminnassa. (Rother 2010, 172–173.)

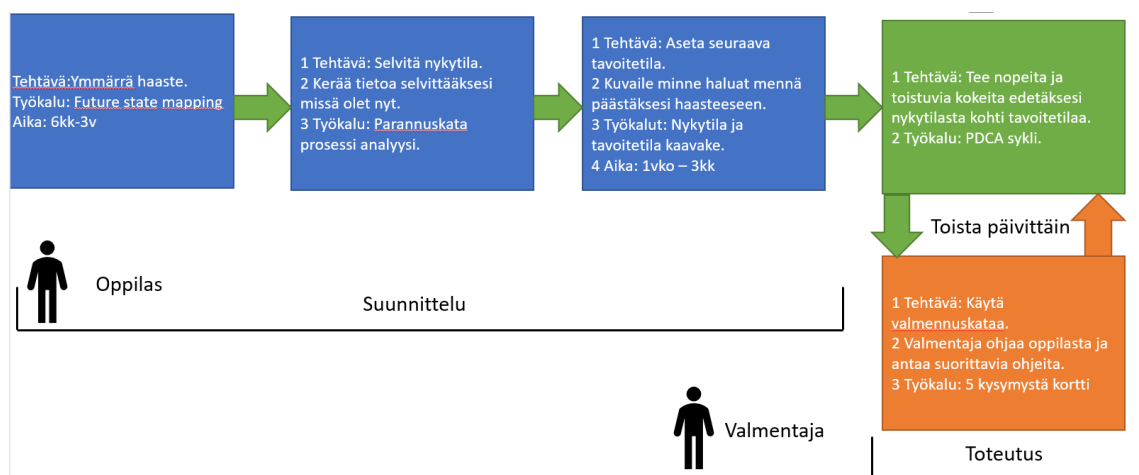
5.5 Parannus- ja valmennuskataprosessi

Kuvassa 12 on esitettyä parannuskata sekä valmennuskata prosessina. Prosessissa on kaksi henkilö oppilas ja opettaja. Oppilas on se henkilö, joka ratkaisee ongelman ja opettaja auttaa oppilasta ongelman ratkaisemisessa. Prosessi alkaa oppilaan suorittamasta suunnitteluvaiheesta, joka koostuu kolmesta osasta. Ensimmäisessä osassa oppilaan tehtävänä on ymmärtää haaste, joka prosessille on määritelty. Haasteen määrittelyyn voi käyttää, vaikka niin sanottua future state mapping-työkalua. Haasteen aikajänneeksi on yleensä määritelty 6 kuukautta – 3 vuotta. (Rother 2013.)

Suunnittelun toinen vaihe on nykytilan selvitys, jossa kerätään tietoa, jotta ymmärrettäisiin syvällisesti nykytila. Työkaluna nykytilan selvittämiseen voi käyttää parannuskatan prosessianalyysityökalua. (Rother 2013.)

Viimeinen vaihe suunnittelussa on Seuraavan tavoitetilan asetus, jossa kuvaillaan, minne halutaan mennä, jotta päästään kohti haastetta. Työkaluina sen selvittämiseen käytetään nykytila- ja tavoitetilakaavakkeita. Aikajänne tavoitetilalle asetetaan yleensä viikon tai kolmen kuukauden päähän. (Rother 2013.)

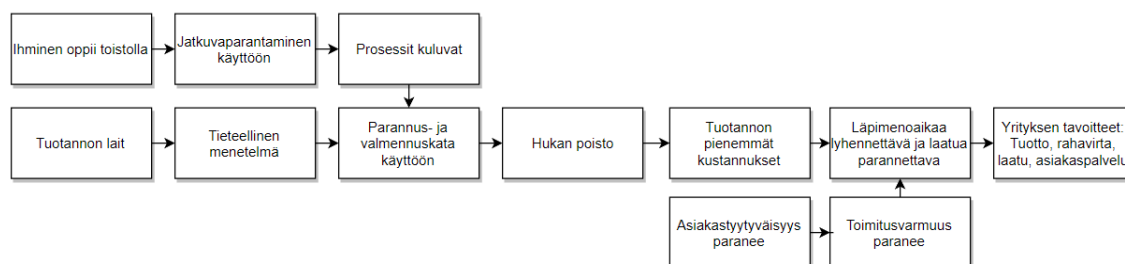
Suunnittelun jälkeen alkaa toteutus vaihe, jossa oppilas tekee nopeita ja toistuvia kokeita edetäkseen nykytilasta, kohti asetettua tavoitetilaa. Kokeet suoritetaan käyttämällä työkaluna PDCA-sykliä. Toteutuksessa on myös mukana valmentaja, joka käyttää päivittäin valmennuskataa hyväkseen varmistaakseen, että oppilas käyttää parannuskataa oikein ja että oppilas oppii parannuskata rutiinin, sekä oppii ratkaisemaan ongelmia. Opettajan tarkoituksena on esittää ohjaavia kysymyksiä, jotka vievät oppilasta kohti oikeita ratkaisua. Valmentajan ei kuitenkaan pidä antaa suoria vastauksia ongelmiin, koska muuten oppilas ei opi ratkaisemaan ongelmia. Valmentaja voi käyttää apunaan kysymyksien esittämisessä viisi kysymystä korttia. (Rother 2013.)



Kuva 4. Parannus- ja valmennuskataprosessi. (muokattu. Rother. 2010.)

6 Kehitysehdotus

Kuvassa 13 on kuvattuna päättelyketju perusteineen, joka vastaa kysymykseen: Miksi tässä insinööriyössä esitetyt toimenpiteet pitäisi suorittaa? Kuvan oikeassa laidassa on esitetty yrityksen tavoitteet, jotka Pound, Bell & Spearman (2014) mukaan ovat liikevoiton saanti, jotta yritys olisi kannattava, kassavirta, jotta yritys pystyisi selviytymään juoksevista kuluistaan, sekä laatu ja asiakaspalvelu, jotta yritys tekisi sitä, mitä asiakkaat haluavat, sillä palvelutasolla, jota asiakas vaatii.



Kuva 5. Päättelyketju.

Jotta nämä tavoitteet pystyttäisiin saavuttamaan ja yritys pystyisi tulevaisuudessa vastaamaan kiristyvään kilpailuun sekä tarjoamaan ylivoimaista palvelua, on tilaus-toimitusketjun läpimenoaikaa lyhennettävä ja laatua parannettava.

Kun läpimenoaikaa lyhennetään ja laatua parannetaan, toimitusvarmuus paranee. Tämä johtuu siitä, että tuotannossa ei tapahdu laatuvirheistä johtuvaa hukkaa ja asiakaskäytännön pystytään vastaamaan nopeammin. Tämä taas johtaa asiakastytyvyyden parantumiseen. (7 Wastes 2017.)

Läpimenoajan lyhennys ja laadun parannus vähentävät myös tuotannon kustannuksia, koska ne vähentävät hävikkiä, uudelleen tekoa ja sitovat vähemmän rahaa, joka taas tekee toiminnasta tuottavampaa. (7 Wastes 2017.)

Kustannusten pienennys saavutetaan poistamalla hukkaa oikeista paikoista ja se mahdollistetaan ottamalla parannus- ja valmennuskata käyttöön (Rother 2010). Katarutiinin käyttöönotto on perusteltua, koska se vastaa kahteen perustavanlaatuisen tuotannon kehityksen ominaisuuteen, jotka ovat ihmisten oppimiskyky ja tuotannon lait. Koska prosesseilla on taipumus kulua ajan kuluessa, ainoa tapa pitää ne tehokkaina on jatkuvasti parantaa niitä ja juuri tähän katarutiini pyrkii vastaamaan jatkuvalla parantamisella. Lisäksi ihmiset oppivat vain toistamalla, joten katarutiini vastaa suoraan myös ihmisten luontaisen oppimiskyvyn tarpeisiin. (Rother 2010.)

Tuotannolla on myös Poundin ym. (2014) mukaan perustavan laatuiset lait, kuten Littlen laki joka on esitelty kaavassa 3. Katarutiinissa tarkoituksena on käyttää tieteellistä menetelmää, jotta prosesseista saataisiin relevanttia ja oikeaa tietoa. Lisäksi kata pyrkii lisäämään yrityksen oppimiskykyä ja ongelman ratkaisu kykyä. (Rother 2010.)

$$WIP = TH \times CT \quad (3)$$

WIP on keskeneräinen työ

TH on läpivientimäärä

CT on kiertoaika

Kehityksessä ei kuitenkaan voi mennä liiallisuuksiin, koska Littlen lain mukaan keskeneräisen tuotannon määrällä on riippuvuussuhde läpivientimääriin ja kiertoaikoihin. Esimerkiksi jos kiertoaikaa lyhennetään, se kasvattaa läpivientimääriä, mutta se lisää myös keskeneräisen tuotannon määrää jolloin tuotantoon ja varastointiin käytettävät varat kasvavat. Jos taas keskeneräistä tuotantoa vähennetään, niin silloin myös läpivientimäärät vähenevät eikä kysyntään välttämättä pystytä vastaamaan (Pound ym. 2014). Kehitysehdotusten pitää olla siis harkittuja ja niiden vaikutukset toimintaan täytyy mitata tarkasti, jottei kehitys kulje väärään suuntaan ja toiminnasta tulee oikeasti tehottomampaa. Siksi tieteellisen menetelmän käyttö tiedon keruussa on keskeistä.

Lean-toiminnan pullonkaulaksi on muodostunut jatkuvan parantamisen puute. Lean-toiminnassa oleellista on, että kehitys ei pysähdy, koska muuten prosessit suistuvat kaakokseen ja lakkaavat toimimasta tarkasti ja johdonmukaisesti. Ratkaisun pitää olla rutiininomainen ja helppo, jotta se voisi toimia. Kehityksen ehdotusten tekemisen ja toteuttamisen pitää olla mahdollisimman kitkatonta ja yksinkertaista, ettei parannusten aloittamisesta ja loppuun viemisestä muodostu ylitse pääsemätöntä estettä. Tärkeintä on kuitenkin, että kehitys tapahtuu oikeaan haluttuun suuntaan ja että ongelmien juurisyyt löydetään oikeasti, eikä ratkaisuja tehdä summamutikassa siellä täällä.

Nykyisin Certexillä on käytössä nelikenttäinen töiden priorisointi taulukko, jossa työt on jaoteltu helppoihin ja vaikeisiin töihin sekä vaikutuksiltaan pieniin ja suuriin töihin. Lean-toiminnan aloitus tulisi aloittaa helposta prosessista, jossa työntekijät pääsevät harjoittelemaan työrotiineja. Prosessin kehityksessä käytetään parannuskataa, jolla pyritään kehittämään prosesseja haluttuun suuntaan. Prosessissa työntekijät harjoittelevat ongelmanratkaisua ja ratkaisujen toteuttamista. Tehtävissä otetaan myös kosketusta jatkuvaan parantamiseen ja PDSA-kiertoon.

Työnjohto harjoittelee prosessissa valmennuskatan käyttöä ja opettaa työntekijöille ongelmanratkaisutaitoja. Työnjohto myös opastaa kaikkia työntekijöitä yksilöllisesti ja pyrkii kannustamaan heitä kehittymään ongelmanratkaisijoina. Työnjohdon pitää myös saada tukea ylemmiltä henkilöiltä ja heillä pitää olla omat valmentajat, jotka opettavat heitä. Tavoitteena on, että kehitys on niin rutiininomaista, että muutoksia pystytään tekemään ja testaamaan saman päivän aikana, kun ne keksitään.

Helpot muutokset

Mahdollisia helppoja muutoskohteita tuotannossa ovat layout-muutokset, joissa tuotantopisteitä siirreltäisiin solumaisiksi valmistuspisteiksi. Tällöin saataisiin vähennettyä turhaa liikettä ja tuotteiden siirtelyä.

Virtaukset ovat nykyisin myös tuotteilla jonkin verran epäselvät, ja ne risteilevät toistensa päälle, joten tuotanto layoutin muuttaminen sellaiseksi, että virtaus olisi selkeämmin hahmotettavissa helpottaisi kehitystä. Tuotantopisteiden väliin syntyy nykyisin välivarastoja, joista pääsi eroon tekemällä tuotteita 1x1-virran menetelmällä, näin tuotantopisteiden väliin ei kasautuisi varastoja ja työympäristöstä tulisi tilavampi ja selkeämpi. 1x1-virtaus myös paljastaa tuotannon ongelmat, koska tuotantoon ei synny turvavarastoja, jotka peittävät ongelmat.

Vaikeat muutokset

Prosesseissa on vaiheita, joita voisi yhdistellä, jolloin eri tuotantopisteitä ei tarvitsisi siirtellä pitkin tehdasta. Tällainen tilanne on muun muassa pakkausprosessissa, jonka voisi periaatteessa suorittaa kaikilla tuotteilla yhdessä paikassa.

Tuotantolaitteiden liikuteltavuuden parannus eli laitteiden muokkaus sellaisiksi, että niitä pystytään liikuttelemaan helposti tarvittaessa. Myös varastojen ja kelojen siirto lähemmäksi työpisteitä vähentäisi liikettä ja lisäksi se lyhentäisi asetusaikoja, kun tuotteiden etsimisessä ei kuluisi niin paljon aikaa.

Hyllyjen järjestelyllä lähemmäksi tuotantoa ja tuotannon siirto lähemmäksi lähetystä tekevät virtauksista läpinäkyvämpiä ja vähentäisivät merkittävästi turhaa liikettä, jota tapahtuu tällä hetkellä tuotteiden siirtelyyn ja etsimiseen.

Alun toimintavaiheet

Kehitysehdotuksen toimintavaiheista ensimmäisenä on vision luominen, jossa tuotannossa kaikki tapahtuu 1x1-virtana eli yhden kappaleen eräkokona. Myös kehitykset tapahtuvat 1x1-periaatteella eli aina, kun uusi kehitys ehdotus tulee, se pitää saada vietyä läpi mahdollisimman pienellä läpimenoajalla. Käytännössä tällaiseen tilanteeseen ei välttämättä koskaan päästä, mutta vain asettamalla 1x1-virtauksen tavoitteeksi voidaan ainakin tietää muutosten tapahtuvan kohti täydellistä tilaa.

Toinen vaihe on nykytilan määrittäminen. Tässä vaiheessa on hyvä valita prosessi, jossa pilotoidaan parannus- ja valmennuskatarutiineja. Paras kohde tähän on köysiraksien valmistukset, koska ne ovat yksinkertaisia ja niillä on jatkuvasti kysyntää, joten niiden testaus on nopeaa ja kehitystä voidaan tehdä tiheään tahtiin.

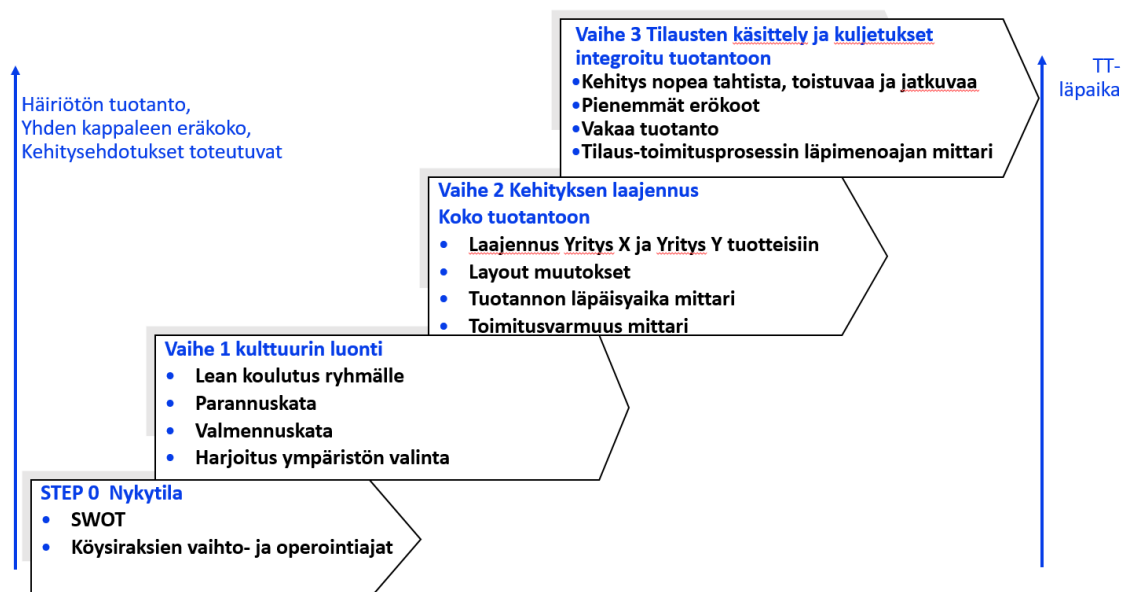
Kolmas vaihe on tavoitetilan määrittely eli tavoite, joka täytyy saavuttaa matkalla kohti visiota. Tavoitetilaan pääsyn pitää olla tarpeeksi haastava, että sille pääsy ei ole heti nähtävissä, mutta sen pitää kuitenkin olla saavutettavissa tai muuten kehitystä ei tapahdu. Nykytilan ja tavoitetilan välistä maastoa lähdetään haravoimaan PDSA-syklin avulla. Käytössä voi myös käyttää A3-taulukkoa, jolla pidetään ongelman ratkaisu oleellisissa asioissa.

Viimeinen vaihe on este, joka määrittelee sen mitä pitää oppia ja mitä täytyy tehdä esteen voittamiseksi. Tähän käytetään viisi kertaa miksi menetelmää ja muita keinoja juurisyiden etsimiseen. Juurisyiden etsinnässä täytyy olla tarkkana, että oikea syy löytyy varmasti, jottei aikaa hukkaannu väärin ongelmien ratkaisemiseen. Hyvä ratkaisu ongelmaan on sellainen, jossa syy seuraussuhde voidaan varmasti osoittaa.

Tiekartta

Kuvan 14 tiekartassa on ilmaistuna ratkaisuehdotus askeleista, joilla tavoitellaan vasemmalla laidassa olevia tavoitteita eli häiriötöntä tuotantoa, yhden kappaleen

eräkokoja sekä sellaista tilaa, jossa kehitystä tapahtuu nopeasti, toistuvasti ja jatkuvasti.



Kuva 6. Tiekartta.

Askel 0 on nykytila, joka on määritelty tässä insinööriyössä. Nykytilaan kuuluvat SWOT-analyysin tulokset sekä köysiraksien vaihto- ja operointiajat.

Vaihe 1 on kulttuurin luonti. Lean-kulttuurin syntyminen edellyttää, että keskeiset termit tunnetaan ja että työntekijät ymmärtävät kaikkein tärkeimmät periaatteet. Vaiheessa 1 valitaan prosessi harjoitusympäristöksi. Harjoitusympäristön pitäisi olla sellainen prosessi, joka on aktiivisessa käytössä, jotta siinä voidaan toistuvasti harjoitella lean-toimintamalleja. Jatkuva toisto on kriittistä menestymisen kannalta, koska ihmiset oppivat parhaiten harjoittelemalla toimintaa vähän kerrallaan, mutta usein, mieluiten joka päivä. Prosessin pitää olla virraltaan ja toiminnoiltaan yksinkertainen, jotta aikaa ei mene virran hahmottamiseen, koska aluksi on tärkeitä vain saada toistoja.

Tässä työssä tutkituista prosesseista parhaimmaksi osoittautuivat semiautomaattinen ja manuaalinen köysiraksien valmistus, koska ne täyttivät edellä mainitut ehdot. Niistä löytyy myös sopivasti parannettavaa, kuten pitkät asetusajat ja välivarastot.

Köysiraksiprosesseissa työntekijöiden tulisi harjoitella parannuskatarutiinia. Rutiinin tavoitteena on opettaa tieteellinen menetelmä työntekijöille ja työkaluna tässä on käytössä PDSA-sykli. Valmentajien tavoitteena on harjoitella valmennuskatarutiinia ja käyttää vii-

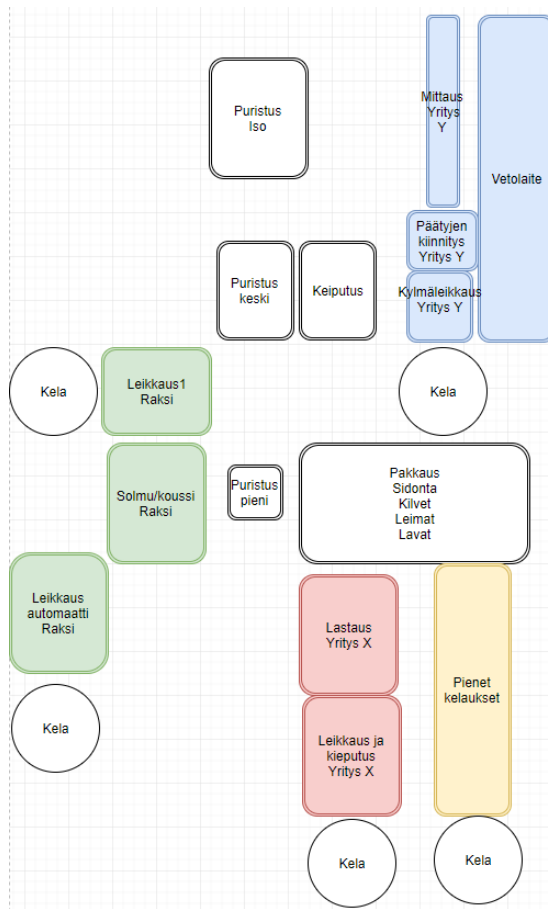
den kysymyksen korttia. Toiminnallisia tavoitteita köysiraksiprosessille ovat hukkien tunnistus ja poisto sekä asetusaikojen lyhentäminen. Seuraaville askelille siirtymisen kannalta oleellista on, että organisaatiossa on opittu tekemään muutoksia siten, että kaikki parannukset, tavoitetilat ja haasteet suunnataan kohti visiota. Tärkeää on myös ottaa tieteellinen menetelmä käyttöön, koska se mahdollistaa aidon tiedon saamisen prosesseista ja siten mahdollistaa oikeat ratkaisut. Keskeistä on myös se, että valmentajat opettavat ongelman ratkaisutaitoja, eivätkä anna suoraan oikeita vastauksia. Näin organisaation ongelmanratkaisu kyky lisääntyy.

Vaihe 2 toimenpiteet eivät välttämättä ole ennen vaihe 1: en päättymistä täysin selvä, mutta yleistyksenä voi sanoa, että tässä vaiheessa kehitys pitäisi laajentaa laajemmalle tuotantoon, kuten tässä opinnäytetyössä tutkittuihin yritysten X ja Y tuotteisiin. Toisessa vaiheessa pitäisi myös tarkastaa visio ja arvioida, onko nykyinen toiminta onnistunut viemään yritystä kohti visiota. Toisessa vaiheessa kannatta alkaa ratkaista vaihtelun aiheuttamia ongelmia, koska ne ovat kaikkein suurin hukkaa aiheuttava tekijä.

Toisessa vaiheessa olisi myös mahdollista suorittaa suurempia layout-muutoksia ja yhdistellä toimintoja, kuten pakkausprosessit, jotta toiminnot eivät olisi turhaan niin hajallaan. Tuotantoon täytyisi myös saada tuotannon läpäisyajamittari ja toimitusvaruusmittarit, koska ne ovat kaikkein oleellisimpia mittareita.

Seuraavissa kuvissa on esitelty mahdollisia layout-etappeja, joita kannattaisi tavoitella virtauksen selkiyttämiseksi ja asetusaikojen vähentämiseksi vaiheessa 2. Kuvassa 15 pakkaus on keskitetty kaikilla tuotteilla samaan paikkaan. Tämä on mahdollista, koska pakkaustoimenpiteet eivät nykyäänkään juuri poikkea toisistaan ja olisi järkevämpää keskittää ne yhteen paikkaan. Tämä selkiyttäisi tuotannosta lähtevää virtaa, kun kaikki tuotteet lähtisivät samasta paikasta lähetykseen. Certexillä on myös suunnitteilla

viivakoodinlukujärjestelmä ja pakkauksen ollessa samassa paikassa lähtevistä tavaroista on helpompi pitää kirjaa ja lukulaitteet voidaan keskittää yhteen paikkaan.



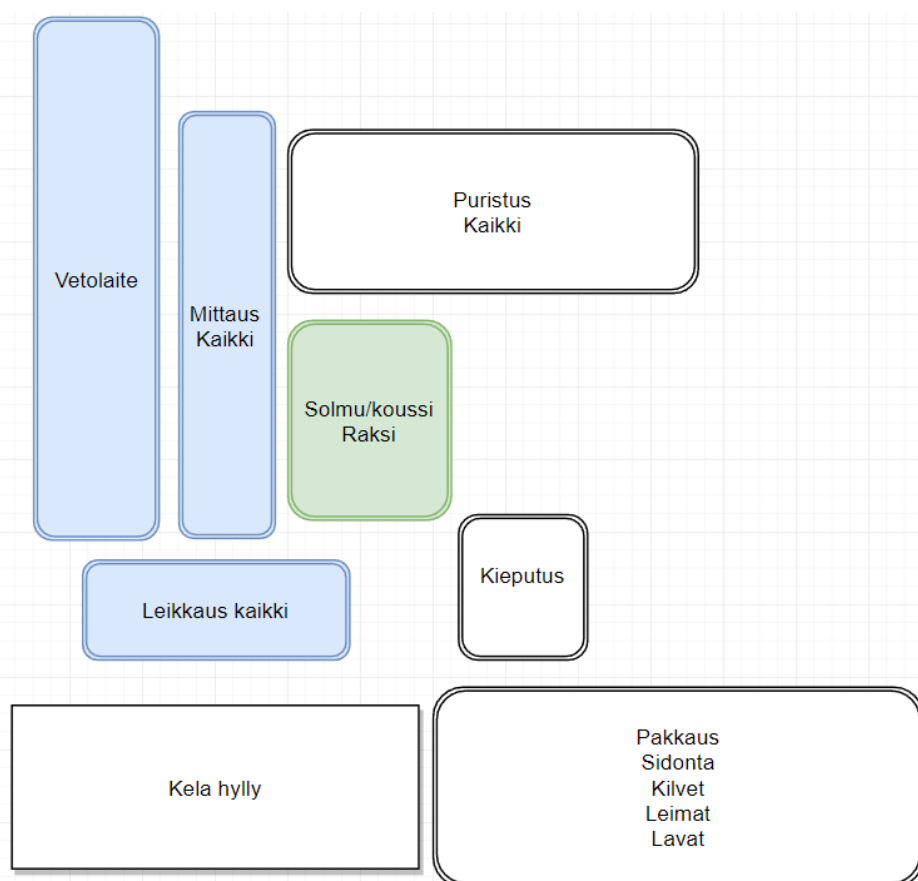
Kuva 7. Layout, pakkaus keskellä.

Vaihe 3 on viimeinen vaihe. Tässä vaiheessa tuotannon pitäisi olla mahdollisimman häiriötöntä, kehitystahdin pitäisi olla nopeata, toistuvaa ja jatkuvaa. Kehitykset täytyy myös pystyä aloittamaan ja viemään loppuun. Kaikessa toiminnassa pitää myös tavoitella täydellisyyttä ja kehitystä tehdessä on pidettävä mielessä visio. Tähdennettäköön, että täydellisyyden tavoittelulla ei tarkoiteta sitä, että työntekijöiden täytyisi tehdä täydellisiä suorituksia, vaan sillä tarkoitetaan, että prosesseista pitää pyrkiä kohti täydellisyyttä.

Lean-tuotannossa tavoitellaan myös pienempiä eräkokoja, joten tuotantoa pitää jatkuvasti alistaa paineelle pienentämällä eräkokoa ja lyhentämällä vaihtoajoja käyttämällä apuna esimerkiksi kanban-kortteja sekä heijunkatuotannon tasoitusta. Mittareiksi tässä vaiheessa tulisi myös ottaa tilaus-toimitusprosessin läpimenoajan mittari, jotta toiminnan

kesto olisi tarkasti selvillä. Tässä vaiheessa myös tilausten käsittely ja kuljetukset tulisi integroida tuotantoon.

Kuvassa 16 on kuvattuna tilanne, johon suuntaan tuotantoa kannattaisi viedä vision näkökulmasta. Siinä nimittäin tilan käyttö on optimoitu mahdollisimman pieneksi ja laitteet ja varastot on sijoitettu siten, että liike olisi mahdollisimman pientä. Tässä tilassa tuotantona olisi myös mahdollisuus tuottaa useita tuotteita lyhyillä asetusajoilla, tasoitetusti ja penissä erakoissa sekä selkeämmässä virrassa. Tähän tavoitteeseen pääsy edellyttää, että tuotantoon on onnistuttu kehittämään tapa saada kelat helposti leikkurin saatavilla. Itse leikkurin pitää pystyä, sekä poltto, että kylmä leikkaamaan, kelan vaihtoajan tulisi olla minimissä, köyden mittaukseen käytetyn ajan pitää olla lyhyt. Puristimet pitäisi myös sijoitella samaan paikkaan ja pakkojen vaihtojen pitäisi olla mahdollisimman joustavia. Vetolaitteen asetus aika pitää saada alas niin, ettei se hidasta muuta tuotantoa. Lisäksi pakkaus ja lähetys pitäisi saada samaan paikkaan.



Kuva 8. Solu-layout.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli tutkia lean-menetelmien käyttöä Certex Finland Oy:n tuotannon prosessien tehostamiseksi. Työ tehtiin, koska yrityksellä on halu tehostaa nykyistä varasto- ja tuotantotoimintaansa.

Työn tekeminen alkoi työn tavoitteen ja rajauksen määrittelyllä, jonka jälkeen tehtiin nykytilan kartoitus laatimalla neljälle tuotteelle arvovirtakuvaukset. Tämän jälkeen tutustuttiin teoriaan ja etsittiin parhaita käytäntöjä kirjallisuudesta sekä verkosta tuotannon tehostamiseksi. Teoriaosuus aloitettiin leanin historiaan tutustumalla, jotta syntyisi ymmärrys siitä, kuinka lean-ajattelu on syntynyt ja kehittynyt sekä miksi sitä käytetään tuotantotehostamiseen ja kuinka se eroaa vaihtoehtoisista teorioista.

Leanin historian tutkimisen jälkeen tutkittiin, mitkä ovat leanin keskeisimmät periaatteet ja kuinka niitä hyödyntävät muut yritykset. Tämän jälkeen suoritettiin nykytila-analyysistä ja saatujen tulosten avulla arvio siitä mitkä menetelmät tulisi ottaa käyttöön Certexillä, jotta tuotannon tehostaminen voitaisiin aloittaa. Kehitysehdotukseksi laadittiin tiekartta parannus- ja valmennuskatsan käyttöönottamiseksi tuotannossa.

Mikäli kehitysehdotuksessa osoitetut toimenpiteet otetaan käyttöön, on yrityksellä työkalu jatkuvan parantamisen ylläpitämiseen ja rutiini mitata nykyistä toimintaa, joka mahdollistaisi aidontiedon saannin prosessien suorituskyvystä sekä kehitystoimenpiteiden kohdistamisen toimitusvarmuutta ja asiakastyytyväisyyttä edistäviin toimiin.

Insinööriyön tekeminen oli opettavainen ja mielenkiintoinen kokemus. Palkitsevaa oli se, että sai kehittää ratkaisuja oikeisiin ongelmiin. Vaikka työn rajaukseen ei kuulu tulosten seuraaminen ja arviointi, pelkästään prosessien tutkiminen sekä ratkaisuehdotusten laatiminen olivat mielenkiintoisia tehdä. Haastavinta työssä oli löytää ratkaisuehdotus, joka olisi tarpeeksi käytännönläheinen, mutta ei kuitenkaan liian yksinkertainen, jotta tekemisessä olisi jotain haastetta.

Työn alkuvaiheessa vaikutti siltä, että työ keskittyisi tuotantoprosessien tehostamiseen, jonkin layout-muutoksen tai muun fyysisen muutoksen laatimisella prosessiin. Lopulta

ratkaisu kääntyi kuitenkin kohti enemmän ohjeellista ratkaisua. Tämä johtui siitä, että työn edetessä kävi ilmeiseksi, että kehityshankkeita on turha lähteä tekemään, jollei yrityksellä ole tapaa toteuttaa ja mitata niiden onnistumista tieteellisellä menetelmällä. Esimerkkinä voisi käyttää autoa, jossa polttoaineen kulutus on kasvanut. Nykytilan analyysin tutkimuksen jälkeen osoittautuu, että toisessa eturenkaassa on rengaspaineet laskeutuneet. Sen jälkeen tehtäisiin ehdotus renkaan täyttämiseksi oikeaan paineeseen.

Se mikä ongelma tässä ratkaisussa piilee, on se, että sillä ei välttämättä ratkaista juurisyytä ongelmaan, vaan sillä sammutettiin vain yksi tulipalo. Voi olla, että muutaman kuu- kauden päästä rengaspaine on taas laskenut ja ollaan taas samassa tilassa kuin aikai- semmin. Siksi täytyisi olla keino mitata renkaan painetta jatkuvasti, jolloin huomattaisiin ajoissa, tyhjeneekö rengas tasaisesti vai yhtäkkiä. Tämän jälkeen voidaan tehdä tutki- mus, miksi rengaspaine ylipäättään laskee. Voi olla, että venttiili on rikki, tai rengas on jostain kohdasta puhki, tai renkaat voivat olla tasapainotettu huonosti, jolloin yhdelle ren- kaalle syntyy liikaa painetta tai jousitus voi olla rikki. Näitä hypoteeseja kumoamalla voi- daan päästä aidon tiedon äärelle ja siksi tieteellisen menetelmän käyttö yrityksen ongel- manratkaisussa tulisikin ensin vakiinnuttaa, ennen kuin kehitysehdotuksia aletaan tehdä. Työ onkin onnistunut hyvin juuri tästä syystä, koska parannus- ja valmennuskata nimen- omaan tähtäävät näihin ongelmiin, joita jatkuvassa parantamisessa kohdataan.

Lähteet

7 Wastes. 2017. Verkkodokumentti. Lean manufacturing tools <<http://leanmanufacturingtools.org/7-wastes/>> Luettu: 19.6.2017.

Erlach, Klaus. 2013. Value Stream Design: The way towards a lean factory. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

History. 2017 Verkkodokumentti. AxLoad. <<http://www.axload.com/en/About-us/History/>> Luettu 14.3.2017.

Imuohjaus. 2017. Verkkodokumentti. Logistiikan maailma <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>> Luettu: 15.6.2017.

Kouri Ilkka. 2009. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Lean-ajattelu. 2017. Verkkodokumentti. Logistiikan maailma. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Lean-ajattelu> Luettu: 29.3.2017.

Leanin historiaa. 2017. Verkkodokumentti. SixSigma. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/> Luettu: 29.3.2017.

Pound Edward S, Bell Jeffrey H, Spearman Mark L. 2014. Factory Physics for Managers: How Leaders Improve Performance in a Post-Lean Six Sigma World.

Rother, Mike. 2010. Toyota kata. Helsinki. Readme.fi.

Rother Mike. 2013. Verkkodokumentti. Improvement Kata: Where's the Threshold of Knowledge? <http://www-personal.umich.edu/~mrother/KATA_Files/IK_Poster.pdf>.

Rother, Mike. Shook, John. 1999. Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda. Brookline, Massachusetts.

Strategy. 2011. Verkkodokumentti. AxLoad <<http://www.axload.com/en/About-us/Strategy/>> Luettu 14.3.2017.

Suomalaisen lean-ajattelun sanansaattaja. 2017. Verkkodokumentti. Lean-yhdistys <<http://www.leanyhdistys.fi/>> Luettu: 26.7.2017

Taloustiedot. 2015. Verkkodokumentti. Asiakastieto. <<https://www.asiakastieto.fi/yritykset/FI/certex-finland-oy/06553386/taloustiedot>> Luettu 14.3.2017.

Torkkola Sari. 2015. Lean asiantuntija organisaatiossa. Helsinki. Talentum Media Oy.

Vastuullinen yritystoiminta. 2017. Verkkodokumentti. Certex. <http://www.certex.fi/fi/yritystiedot/vastuullinen-yritystoiminta__17560> Luettu: 14.3.2017.

Womack, James. Jones, Daniel. 2003. Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon and Schuster, Inc.

Womack James P, Jones Daniel T, Roos Daniel. 1990–2007. The Machine that changed the world. New York: Simon and Schuster, Inc.

Yrityskuvaus. 2017. Verkkodokumentti. Finder-konserni. <<https://www.finder.fi/Ra-kennuskoneita/Certex+Finland+Oy/Espoo/yhteystiedot/129151>> Luettu 14.3.2017.

Yritystiedot. 2017. Verkkodokumentti. Certex. <<http://www.certex.fi/fi/about-us/>> Luettu 14.3.2017.